

SIIT 2005

Prosiding

Seminar Nasional

Soft Computing, Intelligent Systems and Information Technology

Editor :

Ir. Resmana Lim, M.Eng.

Ir. Rolly Intan, M.A.Sc., Dr.Eng.

Andreas Handoyo, ST.

www.BrainConnection.com
©1999 Scientific Learning Cooperation



Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri

Pusat Studi Soft Computing and
Intelligent System

Lembaga Penelitian dan
Pengabdian kepada Masyarakat

Prosiding Seminar Nasional

Soft Computing, Intelligent Systems and Information Technology

Universitas Kristen Petra
Surabaya, 28 - 29 Juli 2005

Editor :

Ir. Resmana Lim, M.Eng.

Ir. Rolly Intan, M.A.Sc., Dr.Eng.

Andreas Handoyo, ST.

Diterbitkan atas kerjasama



Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri

Pusat Studi Soft Computing and
Intelligent System

Lembaga Penelitian dan
Pengabdian kepada Masyarakat

Soft Computing, Intelligent Systems and Information Technology

Editor:

Ir. Resmana Lim, M.Eng.
Ir. Rolly Intan, M.A.Sc., Dr.Eng.
Andreas Handoyo, ST.

*Hak Cipta ©2005 pada penulis
dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh ini buku ini dalam bentuk apapun,
tanpa ijin tertulis dari penulis atau penyelenggara Seminar SIIT 2005*

Penerbit:

Jurusan Teknik Informatika – Fakultas Teknologi Industri
Pusat Studi Soft Computing and Intelligent System,
Puslit - Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Kristen Petra.

Dicetak oleh:

PETRA CHRISTIAN UNIVERSITY PRESS
Jl. Siwalankerto 121-131
Telp. (031) 8494830-31, psw. 3304-3305
Surabaya 60236

Seminar Nasional Soft Computing, Intelligent Systems and Information Technology
(2005 : Surabaya)

Prosiding Seminar Nasional Soft Computing, Intelligent System and
Information Technology : Universitas Kristen Petra Surabaya, 28 - 29 Juli
2005/editor, Resmana Lim, Rolly Intan, Andreas Handoyo. - Surabaya :
Puslit - Lembaga Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Universitas
Kristen Petra, 2005.
474 hlm.; 21.5 x 28.5 cm

Diterbitkan atas kerjasama Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi
Industri, Pusat Studi Soft Computing and Intelligent System, dan Puslit -
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Kristen
Petra Surabaya.

ISBN 979-99765-0-2

1. TEKNOLOGI INFORMASI - KONGRES.
- I. SOFT COMPUTING
- II. Lim, Resmana
- III. Intan, Rolly
- IV. Handoyo, Andreas

DDC' 004.06

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab:

Djoni Haryadi Setiabudi
Resmana Lim

Ketua Pelaksana:

Rolly Intan

Komite Program:

Adang Suhendra (Univ. Gunadarma)
Anies Hannawati (Monash Univ.)
Arif Djunaidy (ITS)
Budi Bambang (UK. PETRA)
Joko Lianto Buliali (ITS)
M. Isa Irawan (ITS)
Moeljono Widjaja (BPPT)
Nemuel Daniel Pah (Universitas Surabaya)
Resmana Lim (UK. PETRA)
Rolly Intan (UK. PETRA)
Samuel Lukas (Univ. Pelita Harapan)
Zuwairie Ibrahim (Meiji Univ., Univ. Tech. Malaysia)

Sponsor:

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri – UK. Petra
Pusat Studi Soft Computing and Intelligent System – UK. Petra
Pusat Penelitian, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat – UK. Petra

Alamat Sekretariat:

Pusat Penelitian - Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Gedung D lt. 2, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 - 131, Surabaya
Telp : (031) 8494830-31, ext. 3139
Fax : (031) 8492562
E-mail : siit2005@petra.ac.id
Website : <http://www.petra.ac.id/siit2005>

KATA PENGANTAR

Proceedings ini memuat makalah-makalah terpilih dari Seminar Nasional “**Soft Computing, Intelligent Systems and Information Technology**” (SIIT 2005). Seminar ini dilakukan atas kerjasama Jurusan Teknik Informatika-Fakultas Teknologi Industri, Pusat Studi Soft Computing and Intelligent Systems, dan Pusat Penelitian-Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Kristen Petra.

Tujuan diselenggarakan seminar ini adalah sebagai sarana bagi para ilmuwan dan praktisi untuk saling bertemu, berdiskusi dan mengikuti perkembangan-perkembangan terbaru pada disiplin ilmu soft computing & intelligent systems. Seminar ini juga memberikan ide-ide baru di bidang Teknik Informatika dan tentunya masukan dari para praktisi merupakan sesuatu yang berharga bagi para ilmuwan, sehingga apa yang diteliti akan menjadi lebih baik.

Makalah yang diterima sebanyak 153 buah dan akhirnya sebanyak 87 makalah yang layak untuk dipresentasikan dan dimuat dalam *proceedings* ini. Topik-topik dari makalah yang ada, dapat kami kelompokkan menjadi 5 kelompok sebagai berikut: kelompok makalah 1) *Soft Computing*, 2) *Intelligent Systems & Control Systems*, 3) *Information Technology*, 4) *Image, Speech & Language Processing* dan 5) *Network & Mobile Computing*. Untuk itu kami sangat berterima kasih kepada para pemakalah yang telah turut berpartisipasi aktif untuk mensukseskan seminar nasional ini.

Suksesnya penyelenggaraan seminar ini tidak terlepas dari peran serta dan kerjasama yang baik dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankan kami mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Teknik Informatika UK. Petra yang telah membantu pelaksanaan acara seminar mulai persiapan hingga selesai. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Pusat Penelitian-LPPM dan dosen jurusan Teknik Informatika UK. Petra dalam membantu mempersiapkan seminar hingga terselesainya buku *proceedings* ini. Terima kasih kepada para narasumber, reviewer dan peserta seminar atas sumbangsih makalah serta presentasinya yang menjadikan acara seminar berlangsung dengan menarik. Terima kasih juga kami haturkan kepada *Petra Christian University Press* untuk mencetak *proceedings* ini. Akhir kata kami mengharapkan kegiatan dan penerbitan seperti ini terus berkembang di Indonesia untuk kemajuan disiplin ilmu Soft Computing & Intelligent Systems.

Surabaya, Juli 2005

Tim Editor

DAFTAR ISI

SUSUNAN PANITIA	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
I. MAKALAH TAMU	
Peran dan Aplikasi <i>Soft Computing</i> Dalam Pengembangan Sistem Intelegensia dan Teknologi Informasi	
Prof. Ir. Arif Djunaidy, M.Sc., Ph.D.	1-1
II. SOFT COMPUTING	
1. The Determinant Factor of Technology Incubators' Performance: An Application of Rough Set on Social Science	
Danny P Soetanto, Resmana Lim.....	2-1
2. Implementation of Genetic Algorithm to Improve Convergence of Newton's Method in Predicting Pressure Distribution in a Complex Gas Pipeline Network System Case Study: Off-take Station, ST-WLHR Indonesia	
Sidarto, K. A., Mucharam, L., Mubassiran, Riza, L. S., Rohani N., Nainggolan N., Sophian, S.	2-10
3. Perangkat Lunak Peringkat Dokumen Berbahasa Indonesia Dengan Hybrid Stemming	
Muchammad Husni, Badrus Zaman	2-16
4. Aplikasi Pencarian Lokasi Terdekat Via Short Message Service (SMS) Menggunakan Algoritma ANT Colony Optimization	
Sholiq, Samsul	2-21
5. Perbandingan Neural Network dan Self Contructing Fuzzy Neural Network untuk Estimasi Kecepatan Motor Induksi tanpa Sensor Kecepatan	
Sutedjo, Soebagio, Mauridhi Hery Purnomo	2-25
6. Measuring Wavelet Suitability with Symmetric Distance Coefficient	
Nemuel Daniel Pah	2-29
7. Analisa Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan Telkomsel Menggunakan Fuzzy-Servqual dan Potential Gain Customer Value Index (Studi Kasus pada PT. Telkomsel Ambon)	
Ariviana Lientje Kakerissa.....	2-34
8. Sistem Pengendalian LV Kolom Distilasi Biner dengan Internal Model Kontrol (IMC) Berbasis Neurofuzzy	
Totok R. Biyanto	2-40

9.	Aplikasi Algoritma Genetika Multi Obyektif pada Traveling Salesman Problem <i>Arna Fariza, Entin Martiana, Hadi Sucipto</i>	2-47
10.	Penyelesaian Masalah Penugasan dengan Algoritma Genetika Teknik Cycle Crossover <i>Samuel Lukas, Pujiyanto Yugopuspito, Hadiyanto Asali</i>	2-53
11.	Alokasi <i>Resources</i> Secara Adaptif dengan Algoritma Genetik pada Jaringan ATM dan Aplikasinya pada <i>Call Admission Control</i> <i>Laudria Andreas, Hafidudin, Nyoman Bogi A.K.</i>	2-58
12.	Optimized K-Means: An Algorithm of Initial Centroids Optimization for K-means <i>Ali Ridho Barakbah and Afrida Helen</i>	2-63
13.	Penerapan Teknologi Stimulasi Kontraksi Otot Lengan pada Neuroprosthesis dengan Neural Network <i>Ratna Adil, Paulus Susetyo W, One Setiaji</i>	2-67
14.	Optimasi Pusat Klaster Menggunakan Algoritma Fast Genetic Kmean Pada Data Berdistribusi Normal <i>Budi Nur Iman, Entin Martiana K, Umi Sa'adah</i>	2-72
15.	Studi Peningkatan Kemampuan Interpretasi Data Pada Spc Berbantuan Sistem Inferensi Fuzzy <i>Katherin Indriawati, Deddy Kurniadi, Sonny Yuliar</i>	2-77
16.	Metode Bound and Collapse: Data Mining Struktur Bayesian Network Dari Basis Data <i>Incomplete</i> <i>G.A.Putri Saptawati, Herastia Maharani, Benhard Sitohang</i>	2-83
17.	"Beamforming" Menggunakan Dua Elemen Antena Konikal Array dengan Algoritma Genetika <i>Budi Aswoyo</i>	2-89
18.	Implementasi Sistem Neuro-Fuzzy untuk Prediksi Produksi Air Minum di PDAM Surabaya <i>Basuki Rahmat, Teguh Sutanto, Dyan Novita Kartika Sari</i>	2-94
19.	Aplikasi Fuzzy Linear Programming (FLP) untuk Optimasi Hasil Perencanaan Produksi <i>Basuki Rahmat, Panca Rahardianto, Antonius Febri Chandra W.</i>	2-99
20.	'What-if' approach in modeling the impact of policy: An application of Fuzzy Cognitive Maps in Social Science <i>Danny P Soetanto, Resmana Lim</i>	2-104

III. INTELLIGENT SYSTEMS AND CONTROL SYSTEMS

1.	Rekonstruksi Struktur Lahan Menggunakan Metode Triangulasi Delaunay <i>Eko Sedyono, Surya Kesumaria</i>	3-1
2.	Penggunaan Certainty Factor dalam Sistem Pakar untuk Melakukan Diagnosis dan Memberikan Terapi Penyakit Epilepsi dan Keluarganya <i>Kusrini</i>	3-5
3.	Perancangan Perangkat Lunak Matching Berbobot Maksimum (MBM) dengan Pendekatan Algoritma Primal Dual <i>Tedy Setiadi</i>	3-10
4.	Identifikasi Chord pada Sinyal Musik Menggunakan Model Sistem Auditori <i>Irwan Arifin</i>	3-15
5.	Algoritma Perkalian Multioperand dengan Fungsi Logaritmik dan MSB Fisrt BIT Adder <i>Kuspriyanto, Fany Indriaty</i>	3-19
6.	Algoritma Thinning Citra Terbalik untuk Sistem Pengenalan Pola Sidik Jari <i>Sunny Arief Sudiro</i>	3-26
7.	Perancangan Prosesor Pipeline untuk Implementasi Discrete Wavelet Transform (DWT) Daubechies-4 <i>Kuspriyanto, Dani Fitriyanto</i>	3-31
8.	Rancangan Model Agen Informasi Monitoring Proyek dengan Menggunakan Pendekatan Agen Cerdas <i>Azhari, Retantyo Wardoyo, Sri Hartati</i>	3-36
9.	Sistem Kontrol PID 16-bit Menggunakan Field Programmable Gate Array <i>Sofyan Tan</i>	3-44
10.	Pengamanan Data dengan Chaotic Least Significant Bit Encoding (CLSBE) dan New Chaotic Substitution Image Encryption (NCSIE) <i>Susany Soplanit, Sendy Christina Sunarsa, Dali Santun Naga</i>	3-49
11.	On-line Isolated Handwritten Character Recognition <i>Muhammad Faisal Zafar, Dzulkifli Mohamad, Ikramul Haq</i>	3-54
12.	Pengenalan Huruf Braille dengan Menggunakan Hamming Network <i>Thiang</i>	3-59
13.	Optimasi Metode Pengenalan Tepi Obyek 2 Dimensi Menggunakan Operator Simplest Pada Sistem Pemotong Styrofoam <i>Purwadi A. Darwito</i>	3-64
14.	An Overview and Survey on Multi Agent System <i>Budianto</i>	3-72
15.	Sistem Pakar Akupressure <i>Rodiatun Hasanah, Dade Nurjanah, Achmad Rizal</i>	3-78

16.	Penggunaan <i>System Dynamics</i> untuk Membangun Model Pembangunan Pertanian <i>Rachmini Saparita</i>	3-82
17.	Fungsi Hash SNEFRU dan Metode Enkripsi IDEA untuk Keamanan Dokumen Elektronik <i>Gregorius S. Budhi, Justinus Andjarwirawan, Radius Indrawan</i>	3-88
18.	Applying CSE HMI Developer Toolkit for Human Machine Interface Applications <i>Lebong Andalaluna, Isa Puncuna, Aris Suwarjono, Agus Sainjati</i>	3-93
19.	A Text Mining Application: Spam Filtering <i>Sri Purwanti, W. Gambetta, M.L. Khodra, N.U. Maulidevi, A. Hapsari</i>	3-97
20.	Penerapan Multiple Ant Colony System (MACS) untuk Penyelesaian Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) <i>Basuki Rahmat, A.B. Tjandrarini, Dedy Budianto</i>	3-101
21.	Mamdani Model For Automatic Rule Generation of A Miso System <i>Felix Pasila, Indar Sugianto</i>	3-106

IV. INFORMATION TECHNOLOGY

1.	<i>SiteLoader</i>: Aplikasi Pengambil File-file Situs secara Otomatis Menggunakan Ekspresi Regular <i>Imam Kuswardayan, Tri Y. Mahardika, Siti Rochimah</i>	4-1
2.	Perbandingan Penggunaan Subset Query dan Query dengan banyak Join pada Basis Data Relasional <i>Kusrini</i>	4-6
3.	Pembangunan Perangkat Lunak Editor Halaman Web Sederhana <i>Umi Laili Yuhana, Hadian Indriasari, Siti Rochimah</i>	4-9
4.	Perancangan Model <i>Automated Multilateral Negotiation</i> pada Rantai Suplai <i>I G.A. Md Dewi Santi O, T.M.A Ari Samadhi</i>	4-14
5.	Analisis Proses Adopsi <i>Electronic Payment System</i> dengan Menggunakan UTAUT Model: Reliabilitas dan Validitas Instrumen Pengukuran <i>Farida, Budi Hermana</i>	4-20
6.	Penggunaan Teknologi Informasi pada Usaha Kecil dan Menengah: <i>Meta-Analysis Deskriptif</i> <i>Budi Hermana, Toto Sugiharto</i>	4-26
7.	Rancangan Aplikasi eCRM pada PT. Essensilindo Perdana <i>Dafris Arifin, Johan Setiawan, Jap Ching Siu, Suanti, Tiana Dewi Andini</i>	4-32
8.	Aplikasi IDEF0 dan IDEF3 dalam Memperbaiki Proses Bisnis dan Sistem Informasi dalam Penanganan Order dan Supplier (Studi Kasus PT. STU) <i>Syaiful, Dodi Permadi</i>	4-37

9.	XERA: eXtended Enterprise Reference Architecture Sebuah Usulan Metodologi Perancangan Arsitektur untuk Klaster Industri Berbasis GERAM <i>Syaiful, T.M.A Ari Samadhi</i>	4-42
10.	Analisis Model Persamaan Struktural untuk Proses Adopsi Teknologi Informasi: Studi Pemanfaatan Microsoft Office oleh Karyawan Bank Perkreditan Rakyat di Kabupaten Indramayu <i>Dedy Eka Saputra, Budi Hermana</i>	4-47
11.	Decision Support System (DSS) untuk Evaluasi Teknik pada Prakuualifikasi Kontraktor <i>Heri Suprpto, Hendro Prabowo, Relly Andayani</i>	4-52
12.	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Pemasaran Melalui Internet pada PT. Matradinamika Heksapura <i>Siswono, Kevin Vensen Irwan, Ronal Kertamihardja, Denny Hidayat</i>	4-57
13.	Analisis dan Perancangan Sistem Aplikasi Student Advisory untuk Mendukung Bimbingan dan Konsultasi Mahasiswa (Studi Kasus International Undergraduate Program Universitas Bina Nusantara) <i>Siswono, Tannivi, Susanty, Eddy Rostady</i>	4-65
14.	Perancangan dan Realisasi Kunci Elektronik Disertai Pengolahan Basis Data <i>Rohmat Tulloh, M Ary Murty, M. Ramdhani</i>	4-72
15.	Using Information and Communication Technology (ICT) to Teach Business Finance Concepts: the Case of FinGame Online <i>Elisa R. Muresan, Gheorghe Muresan</i>	4-78
16.	Program Bantu Penjadwalan Pembuatan Ice Can Berbasis Optimasi Waktu Pada Industri Semi Mass Production Dengan Bahasa Pemrograman C (Studi Kasus di PT. Esstar Indorim – Tegal) <i>Paulus Mudjihartono, Agustino Wibisono, Yosikho Ernawati</i>	4-84
17.	Memahami Metode Hacking SQL Inject untuk Hacking Website <i>Ibnu Gunawan</i>	4-89
18.	Optimasi Database Menggunakan Metoda Gabungan Clustered dan Nonclustered Index <i>Ibnu Gunawan, Agustinus Noertjahyana</i>	4-93
19.	Strategi Manajemen Teknologi Untuk Proses Pemeliharaan Jaringan <i>Agustinus Noertjahyana, Silvia Rostianingsih</i>	4-97
20.	The Effectiveness of Using a Web-based Learning Environment to Promote students' discussion in the Class of Library Information System at Petra Christian University <i>Arlinah Imam Rahardjo, David Sundoro</i>	4-101

V. IMAGE, SPEECH AND LANGUAGE PROCESSING

1. **Simulasi Perancangan Filter untuk SFC (*Sound Field Control*) pada DSP IC Toshiba TC9446F Dengan Matlab**
P. Tri Riska Ferawati Widiarsini, Elfitrin Syahrul 5-1
2. **Reperesentasi Kompleksitas Visual Bidang Pandang dengan Pendekatan Statistika**
Sri Yulianto, Silvia Rostianingsih 5-6
3. **Shape Contexts Incorporated to Extended Weighted-Tree Similarity Algorithm for Agent Matching in Virtual Market**
Budianto, Riyanarto Sarno 5-11
4. **Penyisipan Robust Watermark dalam Suatu Citra untuk Perlindungan Hak Cipta**
Murinto..... 5-17
5. ***Adaptive IIR Filter* untuk *Active Noise Controller* Menggunakan Prosesor Sinyal Digital TMS320C542**
Endra 5-22
6. **Perancangan dan Penggunaan Fraktal untuk Menghasilkan Gambar dengan Pola Batu-Batuan**
Kartika Gunadi, Liliana, Arta Santoso 5-27
7. **Perbandingan Convolution Kernel antara Metode Zero Padding, Mirror, dan Polynomial Extrapolation dalam Proses Median Filtering**
Sani M.Isa, Elisabeth Luwita Salim 5-31
8. **Analisis Kompresi Citra Digital Menggunakan Metode Hadamard**
Yudi Prayudi, Ali Fachruddin 5-36
9. **Perancangan dan Implementasi Kriptografi Skipjack Untuk Komunikasi Suara Melalui Saluran Telpon Berbasis Mikrokontroller**
Andi Taufan, Sony Sumaryo, Iswahyudi 5-42
10. **Aplikasi Segmentasi Gambar dengan Menggunakan Metode Morphological Watershed**
Andreas Handojo, Rudy Adipranata, Ivan Prayogo 5-47
11. **Pengenalan Tulisan Tangan Berdasarkan Arah Gerakan Tangan Menggunakan Metode *Dominant Point***
Felicia Soedjiyanto, Rudy Adipranata, Roy Gunawan 5-52

VI. NETWORK AND MOBILE COMPUTING

1. **Bluetooth Sebagai Alternatif Media Komunikasi Jaringan Tanpa Kabel**
Hasanuddin, Bambang Robi'in 6-1
2. **Rancang Bangun Perangkat Lunak Pada Telepon Genggam Untuk Meningkatkan Efisiensi Kegiatan Akademik**
M. Endi Nugroho 6-6

3.	Sistem Pemantauan Jaringan Komputer Berbasis Teknologi <i>Mobile Agent</i> <i>Adang Suhendra, Ruddy J Suhatri</i>	6-9
4.	Pendeteksian Surat Elektronik Menggunakan Filter Bayesian <i>Miftah Andriansyah, Adang Suhendra</i>	6-16
5.	Korelasi Edge Dynamic Abis Pool (EDAP) dengan Kecepatan Data pada BSS Nokia PT. Telkomsel Jakarta <i>Indah Sulistiyani, Uke Kurniawan Usman, Iswandi</i>	6-21
6.	Spam-Mail Detection Using Bayesian Filtering <i>Karmila, Susany Soplanit, Dali Santun Naga</i>	6-30
7.	Simulasi Unjuk Kerja Sistem Komunikasi Satelit Berbasis CDMA untuk Transmisi Sinyal ECG (<i>Electrocardiogram</i>) pada Sistem Telemedika <i>Indra Irawan Isa, Arfianto Fahmi, Achmad Rizal</i>	6-35
8.	Pendeteksian Posisi pada Sistem Informasi Geografis dengan Menggunakan PC Pocket <i>M. Endi Nugroho, Riyanarto Sarno, Yoyon Cahyono</i>	6-40
9.	Analisa Pengaruh Kecepatan User Terhadap Kualitas Layanan Suara Pada Sistem CDMA2000-1x <i>Widya Roza, Uke Kurniawan, Hazim Ahmadi</i>	6-44
10.	Perancangan, Simulasi dan Analisa Kinerja Jaringan IP Melalui Teknologi MPLS <i>Rendy Munadi, Nunut J T S</i>	6-53
11.	Perencanaan & Strategi Implementasi Jaringan Backbone Berbasis ATM (<i>Asynchronous Transfer Mode</i>) di PT. Telkom Divre V Jawa Timur <i>Moch. Zen Samsono Hadi</i>	6-58
12.	Pemanfaatan SMS Sebagai Teknologi Nirkabel Untuk Alternatif Pengaksesan Angka Kredit Jabatan Peneliti <i>Devi Munandar</i>	6-63
13.	Desain dan Implementasi Serial Kriptografi Kunci Simetrik dan Kunci Umum <i>Eko Aribowo</i>	6-69
14.	Implementasi Algoritma DES Pada FPGA Xilinx Spartan-II untuk Jaringan Multipoint RS-485 <i>Indar Sugiarto</i>	6-75
15.	Kendali Rumah Jarak Jauh Memanfaatkan Radio HT <i>Handry Khoswanto, Arief Adinegara Astra, Resmana Lim</i>	6-81

Perancangan Perangkat Lunak Matching Berbobot Maksimum (MBM) dengan Pendekatan Algoritma Primal Dual

Tedy Setiadi

Jurusan Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
alamat : tedz68@yahoo.com

ABSTRAK

Persoalan *matching* relatif sederhana manakala persoalannya menentukan *matching kardinalitas maksimum* (MKM) dan terjadi pada dua himpunan saling lepas (graf bipartite). Namun akan menjadi kompleks manakala persoalannya adalah menentukan MBM yang terjadi pada graf umum (tidak harus bipartite). Dalam penelitian ini, telah dikembangkan perangkat lunak bantu untuk menyelesaikan persoalan MBM pada suatu graf umum *dengan menggunakan algoritma primal-dual dari persoalan optimasi kombinatorik*.

Kata kunci: MBM, Graf Umum, Kombinatorik, Algoritma Primal Dual.

1. PENDAHULUAN

Pada suatu graf $G=(V,E)$ banyaknya busur yang bertemu dengan simpul i disebut derajat (*degree*) dari simpul i . Persoalan pencocokan (*matching*) adalah pemilihan suatu himpunan bagian busur berdasarkan batasan derajatnya pada simpul. Suatu *matching* $M \subseteq E$ adalah suatu himpunan bagian busur dengan sifat setiap simpul pada himpunan bagian graf $G(M)=(V,M)$ dihubungkan oleh tidak lebih dari satu busur. Kasus paling sederhana adalah 1-*matching* (atau disebut *matching* saja). Setiap graf G mempunyai suatu *matching* $M=\emptyset$. Generalisasi dari 1-*matching* adalah b -*matching* yang mana simpul i berhubungan dengan tidak lebih dari b_i busur, dimana b_i suatu bilangan bulat positif.

Aplikasi klasik dari persoalan *matching* adalah pemasangan objek dari dua himpunan lepas [Deo-95]. Misal ada empat pegawai yaitu p_1, p_2, p_3 dan p_4 yang dapat mengisi enam posisi jabatan j_1, j_2, j_3, j_4, j_5 , dan j_6 . Bila pegawai p_1 mempunyai kualifikasi untuk mengisi jabatan j_2 atau j_5 . Pegawai p_2 dapat mengisi jabatan j_2 atau j_5 . Pegawai p_3 dapat mengisi jabatan j_1, j_2, j_3, j_4 , atau j_6 dan j_6 , pegawai p_4 dapat mengisi jabatan j_2 atau j_5 . Persoalan yang muncul adalah mungkinkah menugaskan semua pegawai pada setiap posisi jabatan yang memenuhi kualifikasinya, jika tidak lalu berapa maksimum banyaknya posisi yang dapat diisi oleh pegawai yang diberikan. Persoalan tersebut dikenal dengan *matching* bentuk penugasan (*assignment*), dan menentukan banyaknya maksimum *matching* yang terjadi dikenal dengan persoalan kardinalitas *matching*.

Contoh bentuk lain *matching* diberikan oleh Lovasz dan Plummer [Lov-86] yaitu teori Perkawinan (*Marriage Theorem*). Pandang ada n orang calon

pengantin pria dan n calon pengantin wanita yang akan menikah. Ingin diatur n perkawinan dan lebih jauh diinginkan pernikahan tersebut terjadi hanya untuk pria dan wanita yang telah saling mengenal. Persoalannya adalah apakah mungkin bisa terjadi n pernikahan tersebut. Persoalan ini dikenal dengan bentuk *matching* lengkap (*perfect matching*).

Suatu *matching* dikatakan mempunyai bobot (*weighted matching*) jika busurnya mempunyai bobot. Edmonds dan Johnson (1973) memberikan contoh aplikasi *matching* berbobot berupa persoalan tukang pos (*postman problem*). Diberikan suatu graf G dengan bobot pada busur, persoalan tukang pos adalah menemukan himpunan busur berbobot minimum yang ditambahkan ke G sehingga menghasilkan multigraf MG berisi suatu sirkuit eulier (yaitu suatu jalan (*walk*) tertutup berisi setiap busur MG tepat sekali). Sirkuit Euler pada MG mentranslasi ke bobot minimum pada G dimana setiap busurnya dikunjungi paling sedikit sekali, sehingga terjadi pembangkitan bobot minimum dari rute yang dikirim untuk tukang pos.

Persoalan *matching* dapat dipandang sebagai persoalan optimasi kombinatorik Salah satu perkakas yang paling banyak digunakan dalam penyelesaian persoalan kombinatorik adalah program linier (*linear programming*). Persoalan *matching* dalam bidang program linier tergolong dalam model program integer.

Rumus pemrograman integer dari bobot 0-1 b -*matching* adalah

$$\begin{aligned} \text{maks} \quad & c x \\ \text{s.t.} \quad & A x \leq b \\ & x \in B^n \end{aligned}$$

dimana A adalah matriks simpul-busur terhubung graf, $|E|=n$, dan $x_e = 1$ bila terjadi matching.

Pada persoalan matching dengan bobot maksimum (*weight matching problem*), maka bentuk pemrograman integernya adalah :

$$(WM) \quad \begin{aligned} & \text{maks} \sum_{e \in E} c_e x_e \\ & \sum_{e \in \delta(v)} x_e \leq 1 \text{ untuk setiap } v \in V \\ & x \in B^n \end{aligned}$$

2. LANDASAN TEORI

Diberikan algoritma primal-dual untuk program linier

$$\begin{aligned} & \text{maks} \sum_{e \in E} c_e x_e \\ & \sum_{e \in \delta(v)} x_e \leq 1 \text{ untuk setiap } v \in V \\ & \sum_{e \in E(U)} x_e \leq \left\lfloor \frac{|U|}{2} \right\rfloor \text{ untuk setiap himpunan ganjil } U \subseteq V \\ & x \in R_+^n \end{aligned}$$

dan membuktikan bahwa solusinya adalah paduan sembarang fungsi obyektif vektor c , yang merupakan solusi untuk matching bobot maksimum. Diasumsikan $c_e > 0$ untuk $e \in E$, jika $c_e \leq 0$ berakibat ada solusi optimal dengan $x_e = 0$.

Diberikan matching M , $x_e = 1$ untuk $e \in M$, dan $x_e = 0$ untuk yang lain, maka

$$c'_e = \sum_{v: e \in \delta(v)} \pi_v + \sum_{\text{odd sets } U: e \in U} y_U - c_e$$

Kondisi slackness complementary untuk program linier adalah :

- 1.1. $c'_e x_e = 0$ untuk $e \in E$ ($c'_e = 0$ atau $e \notin M$)
- 1.2. $\left(\left\lfloor \frac{|U|}{2} \right\rfloor - \sum_{e \in E(U)} x_e \right) y_U = 0$, untuk himpunan ganjil U ($y_U = 0$ atau $M \cap E(U) = \left\lfloor \frac{|U|}{2} \right\rfloor$)
- 1.3. $\left(1 - \sum_{e \in \delta(v)} x_e \right) \pi_v = 0$, untuk $v \in V$ ($\pi_v = 0$ atau v bertemu dengan $e \in M$)

Algoritma primal-dual menjaga fisibelitas primal-dual dan juga kondisi 1.2. dan 1.3., solusi optimal tercapai saat 1.3. terpenuhi.

Inisialisasi solusi fisibel terpadu primal dan dual yang memenuhi 1.1. dan 1.2. diberikan dengan :

$$\begin{aligned} & x_e = 0, \text{ untuk } e \in E \\ & y_U = 0, \text{ untuk himpunan ganjil } U \\ & \pi_v = \frac{1}{2} \max_{e \in E} c_e, \text{ untuk } v \in V \end{aligned}$$

Untuk $c'_e = 0$ untuk setiap $e \in E$ sehingga $c_e = \max_{e \in E} c_e$

Misal $E' = \{ e \in E : c'_e = 0 \}$. Graph $G' = (V, E')$ adalah equality-constrained subgraph (subgraph dengan batasan persamaan). Seluruh langkah dari algoritma, persamaan 3.1. dijaga dengan menentukan $x_e = 0$ untuk $e \in E \setminus E'$, persamaan 3.2. dengan memerlukan $y_U = 0$ kecuali ($U, E(U)$) adalah blossom pada subgraph dengan batasan persamaan yang telah disusutkan ke pseudonode.

Untuk melihat apakah persamaan 3.1. dapat dipenuhi, perlu ditemukan matching kardinalitas maksimum

pada G' . Pada subgraph \tilde{G}' tereduksi dari G' yang mempunyai psedonode. Ada dua kemungkinan :

1. Suatu matching \tilde{M} ditemukan di \tilde{G}' dengan $\pi_v = 0$ untuk semua simpul terbuka. Kesesuaian matching M pada G' adalah solusi optimal untuk masalah matching berbobot.
2. Untuk graph G' yang tereduksi dan matching \tilde{M} , tidak ada path augmenting yang ditemukan.

Pada kasus terakhir, perubahan dual dibuat yang menjaga fisibelitas dual dan juga menjaga persamaan 3.1. dan 3.2. Lalu subgrap dengan batasan persamaan G' dan Graph yang tereduksinya \tilde{G}' diperbaharui. Sisi pada alternating forest \tilde{F}' di \tilde{G}' masih mempunyai $c'_e = 0$, sehingga \tilde{F}' tetap terjaga. Sesudah perubahan dual maka suatu augmentasi dipunyai atau $\pi_v = 0$ untuk semua simpul terbuka.

Setelah salah satu terjadi, perubahan dual atau augmentasi, semua pseudonode $B(U)$ dengan variabel dual $y_U = 0$ terekspan. Pseudonode dengan $y_U > 0$ tidak diekspan. Implikasinya path augmentasi dari tipe pada gambar 2.10 mungkin tidak bisa ditemukan segera. Maka perlu untuk mereduksi y_U menjadi nol sebelum path augmentasi dapat ditemukan. Arti perubahan ini adalah menjaga kondisi slackness pelengkap pada persamaan 3.2.

Saat edge baru ditambahkan pada \tilde{G}' setelah perubahan dual, maka dilanjutkan dengan mengembangkan

alternating forest \tilde{F}' dengan menambahkan edge, menamai simpul, dan membuat psedonode sebagai gambaran sebelumnya kecuali edge (u,v) adalah tambahan dimana u dan v keduanya genap dan berada

pada pohon berbeda di \tilde{F}' . Pada kasus ini, \tilde{F}' memiliki patah augmentasi bersama-sama dengan akar dari dua pohon (tampah pada gambar 3.1).

Algoritma Matching Berbobot

1. Inisialisasi : Mulai dengan solusi primal dual yang diberikan oleh (3.4). Misal $E' = \{e \in E : c'_e = 0\}$, $G' = (V, E')$, $\tilde{G}' = G'$, $\tilde{M} = M = \emptyset$, dan $\tilde{F}' = \emptyset$
2. Langkah 1 : Lanjutkan dengan mengkonstruksi alternating forest \tilde{F}' . Jika path augmentasi ditemukan, ke langkah 2. Jika tidak ke langkah 3.
3. Langkah 2 (Augmentasi) : Perbaharui solusi primal M dan perluas semua psedonode $B(U)$ dengan $y_u = 0$. Perbaharui basis darai sisa blossoms. \tilde{G}' subgraph dengan batasan persamaan terseduksi dengan matching \tilde{M} , jika $\pi_v = 0$ untuk semua simpul terbuka, solusi primal dan dual yang berlaku sudah optimal. Jika tidak, tentukan $\tilde{F}' = \emptyset$ dan ke langkah 1.
4. Langkah 3 (Perubahan Dual) : Aplikasikan perubahan dual yang diberikan oleh (3.5) dan (3.6) dibawah. Jika $\pi_v = 0$ untuk semua simpul terbuka, solusi primal dan dual yang berlaku sudah optimal. Jika tidak, perbaharui \tilde{G}' dan perluas semua psedonode $B(U)$ dengan $y_u = 0$. Jika suatu $e(u,v)$ telah ditambahkan ke \tilde{G}' , dimana u dan v keduanya genap dan berada pada pohon yang berbeda dari \tilde{F}' , maka identifikasi path augmentasi dan ke langkah 2. Jika tidak, jaga \tilde{F}' secara utuh, dan kembali langkah 1.

Teorema : Algoritma Matching Berbobot menemukan solusi optimal integral untuk (1.2) dan juga solusi optimal dualnya untuk (1.3). Kompleksitasnya adalah $O(m^2 n)$.

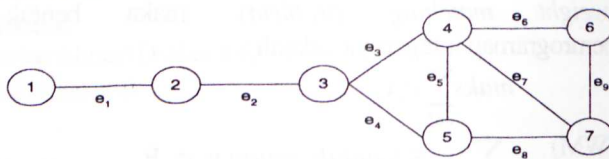
Bukti : Integralitas solusi primal terjaga sebab setiap solusi adalah matching. Sewaktu algoritma berhenti, solusi primal dan dual keduanya adalah fisibel dan memenuhi complementary slackness.

Kerja antara perubahan dual berturutan adalah $O(n)$. Dengan proposisi 3.4. maksimum banyaknya perubahan dual antara suatu augmentasi adalah $O(m)$, dan banyaknya augmentasi adalah $O(m)$.

Akhirnya, sesudah perubahan dual p , bahwa π , y dan c' berkaitan dengan denominator 2^k untuk k bulat, $0 \leq k \leq p$. Oleh sebab itu, banyaknya perhitungan tetap dalam batasan polinomial.

Contoh kasus:

Diberikan graph berbobot sebagai berikut, kemudian akan dicari maksimum bobot matching pada graph tersebut.



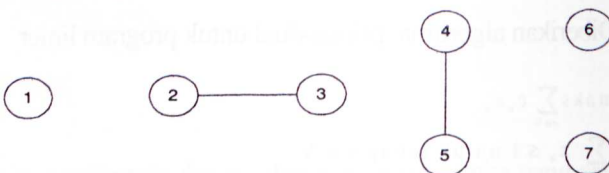
$$c = (c_{e1}, c_{e2}, \dots, c_{e9}) = (8 \ 9 \ 8 \ 7 \ 9 \ 4 \ 5 \ 2 \ 1)$$

1. Inisialisasi

$$\pi_v = 4.5 \text{ untuk semua } v \in V$$

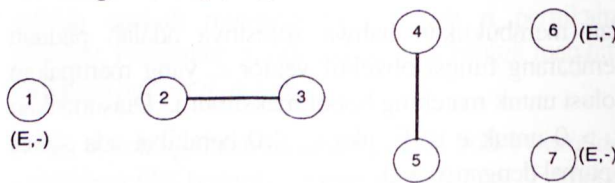
$$y_u = 0 \text{ untuk semua } u$$

$$c' = (1 \ 0 \ 1 \ 2 \ 0 \ 5 \ 4 \ 7 \ 8)$$



equality constrained subgraph

2. Equality constrained subgraph dan pelabelan dengan $M = \{e_2, e_5\}$



3. Perubahan Dual

$$\delta_1 = \min(\pi_1, \pi_6, \pi_7) = 4.5 \quad \delta_2 = \infty$$

$$\delta_3 = 1/2c'_{e9} = 4$$

$$\delta_4 = \min(c'_{e1}, c'_{e6}, c'_{e7}, c'_{e8}) = 1$$

$$\delta = \delta_4 = 1$$

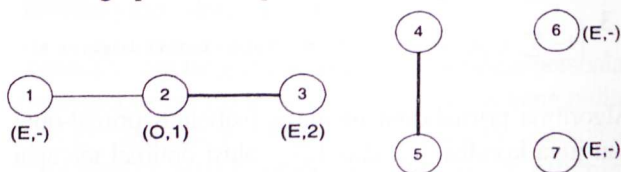
$$\pi = (3.5 \ 4.5 \ 4.5 \ 4.5 \ 4.5 \ 3.5 \ 3.5)$$

$$y_u = 0 \text{ untuk semua } U$$

$$c' = (0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 0 \ 4 \ 3 \ 6 \ 6)$$

e_1 ditambahkan ke subgraph dengan batasan persamaan

4. Subgraph batasan persamaan dan pelabelan



5. Perubahan Dual

$$\delta_1 = 3.5 \quad \delta_2 = \infty \quad \delta_3 = 3$$

$$\delta_4 = \min(1 \ 2 \ 4 \ 3 \ 6) = c'_{e3} = 1 \quad \delta = \delta_4 = 1$$

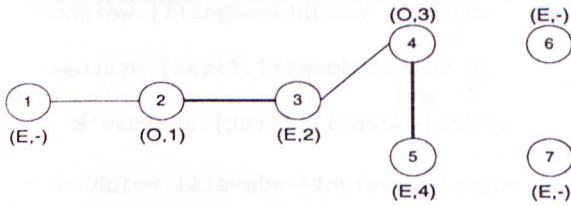
$$\pi = (2.5 \ 5.5 \ 3.5 \ 4.5 \ 4.5 \ 2.5 \ 2.5)$$

$$y_u = 0 \text{ untuk semua } U$$

$$c' = (0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 3 \ 2 \ 5 \ 4)$$

e_3 ditambahkan ke subgraph dengan batasan persamaan

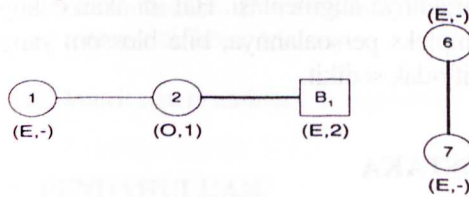
6. Subgraph batasan persamaan dan pelabelan



7. Perubahan Dual

$\delta_1 = 2.5$ $\delta_2 = \infty$ $\delta_3 = \frac{1}{2} \min(1 \ 5 \ 4) = 1/2$
 $\delta_4 = \infty$ $\delta = \delta_3 = 1/2$
 $\pi = (2 \ 6 \ 3 \ 5 \ 4 \ 2 \ 2)$
 $y_u = 0$ untuk semua U
 $c' = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 3 \ 2 \ 4 \ 3)$
 e_4 ditambahkan ke subgraph dengan batasan persamaan

8. Pengurangan subgraph batasan persamaan dan pelabelan



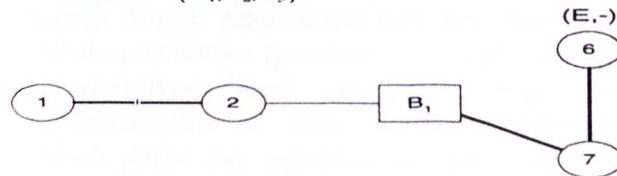
$U = \{3,4,5\}$

$B_1 = B(U)$

$b(U) = 3$

9. Perubahan Dual

$\delta_1 = 2$ $\delta_2 = \infty$ $\delta_3 = \frac{1}{2} \min\{c'_{ei}\} = 1, i = 6,7,8,9$
 $\delta_4 = \infty$ $\delta = \delta_3 = 1$
 $\pi = (1 \ 7 \ 2 \ 4 \ 3 \ 1 \ 1)$
 $y_u = 2$ untuk $U = \{3,4,5\}$, $y_u = 0$ untuk lainnya
 $c' = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 2 \ 1)$
 e_7 ditambahkan ke subgraph dengan batasan persamaan

 10. Augmentasi pada graph tereduksi dan pelabelan baru. $M = \{e_1, e_2, e_3\}$


$b(U_1) = 4$

11. Perubahan Dual

$\delta_1 = \pi_6 = 1$ $\delta_2 = \infty$ $\delta_4 = \infty$
 $\delta_4 = \min\{c_{e6}, c_{e9}\} = 1$
 $\pi = (1 \ 7 \ 2 \ 4 \ 3 \ 0 \ 1)$
 $y_u = 2$ untuk $U_1 = \{3,4,5\}$, $y_u = 0$ untuk lainnya

12. Solusi Optimal

Primal : $x_{ei} = 1$ untuk $i = 1,4,7$, dan $x_{ei} = 0$ untuk i lainnya

Dual : $\pi = (1 \ 7 \ 2 \ 4 \ 3 \ 0 \ 1)$

$y_{ui} = 2$ untuk $U_1 = \{3,4,5\}$, $y_{ui} = 0$ untuk lainnya

3. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

3.1 Perancangan struktur data

1. Graf Masukkan berupa graf berbobot disajikan dengan matriks bobot berupa matriks ketetangaan. Const NMax= 100;
Type Matrix = array[1..NMax,1..NMax] of real;
2. Simpul yang dikelola dalam algoritma nanti disajikan dengan struktur tipe bentukan serta larik. Atribut simpul terdiri bobot, atatus apakah genap, ganjil atau tidak berlabel, atributismatched menunjukkan apakah simpul terbuka atau tidak, dan connect menunjukkan simpul mana yang terhubung.

Type

```

tNode = record
    phi : real;
    evenodd : char;
   ismatched : boolean;
    connect : integer;
end;
    
```

3. Busur yang dikelola dalam algoritma nanti disajikan dengan struktur tipe bentukan serta larik. Atribut busur terdiri bobot, simpul pertama dan kedua yang merupakan dua simpul yang dihubungkan busur tersebut,ismatched menunjukkan apakah busur matching atau bukan.

Type

```

tEdge = record
    first,second : integer;
   ismatched : boolean;
end;
    
```

3.2. Perancangan Algoritma

Procedure Inisialisasi

{menentukan nilai awal bobot simpul, bobot busur pada MBM}

kamus

i, a, b : integer

w : real

algoritma

$w \leftarrow -999$

for $i \leftarrow 1$ to edgecount do

if weight[i].edge > w

then $w \leftarrow \text{weight}[i].\text{edge}$

for $i \leftarrow 1$ to nodecount do node[i].phi $\leftarrow w/2$

for $i \leftarrow 1$ to edgecount do

if weight[i].edge = 0 then

$a \leftarrow \text{edge}[i].\text{first}, b \leftarrow$

edge[i].second

edge[i].ismatched \leftarrow true,

node[a].ismatched \leftarrow true,

node[b].ismatched \leftarrow true

Procedure CreateLink (node : integer)

{ membuat lintasan pada graf MBM secara rekursif}

kamus

i, next : integer

algoritma

for $i \leftarrow 1$ to edgecount do


```

if weight[i].edge = 0 then
  if e[dge[i].first=node then
    next ← edge[i].second
  elseif e[dge[i].second=node then
    next ← edge[i].first
  if next >= 0 then
    if nodes[next].status='x' then
      if nodes[node].status='E'
        then
          nodes[node].status←'O'
      else
        nodes[node].status ←'E'
    nodes[next].connect ←node
    CreateLink(next)

```

Function Is Blossom (a,b: integer) : boolean
{true jika paling sedikit menemukan 1 blossom}

kamus

i, next: integer

algoritma

IsBlossom ← false

```

for i ← 1 to edgecount do
  if nodes[a].status='E' and
  nodes[b].status='E' and
  edges[i].weight=0 then
    Isblossom ← true

```

Procedure DualChange

{ menentukan nilai dual lalu update bobot simpul dan busur SKP}

kamus

i: integer

d1,d2,d3,d4,dual : real

algoritma

```

d1,d2,d3,d4 ← infinite
for i ← 1 to nodecount do
  if nodes[i].status= 'O' then
    d1← nodes[i].phi
    if IsBlossom(i) then
      d2← edge[i].second
for i ← 1 to edgecount do
  if nodes[edge[i].first].status = 'O'
  and nodes[edge[i].second].status
  = 'O' then
    d3 ← edges[i].weight/2
    if nodes[edge[i].first].status
    = 'E' and
    nodes[edge[i].second].status = 'X'
    then
      d4 ← edges[i].weight
    dual ← min (d1,d2,d3,d4)
for i ← 1 to nodecount do
  if nodes[i].status= 'E' then
    nodes[i].phi← nodes[i].phi - dual
  elseif nodes[i].status= 'O' then
    nodes[i].phi← nodes[i].phi + dual
for i ← 1 to edgecount do
  if nodes[edges[i].first].status=
  'E' and
  nodes[edges[i].first].status='X' then
    edges[i].weight←edges[i].weight - dual
    if nodes[edges[i].first].status=
    'X' and
    nodes[edges[i].first].status='E'

```

then

edges[i].weight←edges[i].weight-
dual

if nodes[edges[i].first].status=
'E' and
nodes[edges[i].first].status='E'

then

edges[i].weight←edges[i].weight-2 *
dual

4. KESIMPULAN

Solusi persoalan MBM dengan algoritma primal dual Edmond memberikan solusi optimum sewaktu tidak ada simpul yang terbuka atau semua simpul terbuka berbobot nol. Selain itu, sewaktu menemukan sirkuit ganjil (blossom) harus ditangani secara khusus, yaitu perlu disusutkan dulu yang nantinya akan diuraikan lagi dengan terjadinya augmentasi. Hal ini akan cukup rumit dan kompleks persoalannya, bila blossom yang dijumpai relatif tidak sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chegireddy C.R. dan Hamacher H.W "Algorithms for Finding K-Best Perfect Matchings", Discrete Applied Mathematics 18, North-Holland, 1987
- [2] Deo Narsingh : "Graph Theory : with applications to Engineering and Computer Science", Prentice Hall., New Delhi, 1995.
- [3] Lovasz L. dan plummer M.D. : "Matching Theory", Annals of Dcrete Mathematics, North-Holland, 1986.
- [4] Nemhauser G. & Wolsey L.: "Integer and Combinatorial Optimization", John Wiley & Sons, Inc. 1988.